

Universidad Carlos III de Madrid

TRABAJO DE FIN DE GRADO



EXPLORACIÓN DE DOMINIOS QUE OFRECEN
SERVICIO WEB MEDIANTE IPV6 EN ESPAÑA

Autor: Eduardo Muñoz Flores

Tutor académico: Ignacio Soto



Exploración de dominios que ofrecen servicio web mediante IPv6 en España
Universidad Carlos III de Madrid
Eduardo Muñoz Flores



Abstract

We live in the Internet era, our present and future has that dependency both in the work environment and in the domestic environment. Nowadays, the ordinary citizens do not conceive a world in which everybody are not connected, all around us has evolved with this technology in the horizon and we need to adjust.

When we use Internet to interact with any application, a connection is set up between our device and many others elements in the network. This is possible through the use of the Internet Protocol.

This protocol has the responsibility of controlling the packets sent by using IP datagrams and currently it has two versions, IPv4 and IPv6.

The most used version is IPv4 and because of the current use of Internet, the addresses of this version are finishing. There are several solutions, for example NATs to take better advantage of the addresses, but it contributes negatively to the Internet operation. To avoid this problem was born IPv6, with a greater number of addresses and several improvements to aid the growth of Internet.

While Internet Protocol version 4 has 2^{32} available addresses because the length of them are 32 bits, IPv6 has 128 bits addresses, which means that the number of available addresses are 2^{128} .



The problem is that there must be a transition to leave IPv4, but it is not easy because IPv6 is not consistent with the previous version. Currently it exists a method in which both protocol versions are living side by side, it is called “dual-stack”. Communications are targeted to the network and depending on the packet’s nature, they are resolved by one protocol or the other.

In addition to this method, it exists two types of addresses to make their work compatible. With the first type of addresses, the IP datagrams are sent by a tunnel over a routing IPv4 infraestructure, and with the other type, the addresses are IPv6 addresses with mapped IPv4.

The deployment of the new version of the Internet Protocol is underway since his first steps around 20 years ago, when IETF organization (Internet Engineering Task Force) performed the development of his specifications. The high cost of the deployment and the lack of compatibility with the previous version are triggering a really slow transition. The International Telecommunications Union tried to promote the deployment of the IPv6 protocol in Spain, and then, there were approved several plans to its development, such as the “Plan de fomento para la incorporación de Internet IPv6 en España” in 2011, with the responsible of the projects which increase the technological development in Spain, Red.es, as the main actor. In the same year, it was celebrated the “World IPv6 Day”, promoted by the main Internet Services Providers at global level, and the following year, in 2012, it was celebrated the “World IPv6 Launch Day”, to encourage the rest of organization which did not support IPv6 to do it. This year was a turning point for the deployment of the Internet Protocol version 6 in Spain.



In a more technical environment, we have to talk about some things that IPv6 improve the previous version. In addition to the higher number of addresses, IPv6 simplify the header format, improve the support for extensions and options, add labels in the datagrams to enhance the flow and add new extensions to improve the privacy and the authentication as well.

Besides the IPv6 protocol, in our project we can highlight the DNS Protocol. This protocol is the responsible of assign names with a easier understanding for people tan the number addresses in which communications between machines are based.

This protocol consists of a name organization in a tree shape, so each leaf of the tree is a part of the information it represents. To do that, it exists the name servers, who contain the information of the tree nodes and redirect the information to name servers. In addition, it is defined another component called resolver, who extract the information of the name servers as a response to a request.

Another important protocol in our project is the HTTP Protocol. This is a request/response protocol who Exchange messages between a client and a server, by a trusted transport. A request is transmitted by a HTTP client and the server accept or reject these request by sending HTTP responses with a particular format. The responses are classified by his status code, which define if the response is accepted, rejected o redirected.

There is a secure version of the HTTP protocol called HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure). This version encrypts the messages (requests and responses) to improve the security of the data in the network by using SSL and TLS protocols.



In this project, we will do a survey about the deployment of the IPv6 protocol in Spain, by using an own application which samples a high number of domains and provides us a full statistic about the use of IPv6 in .es domains. To complete this results, we have created a list of domains with the web sites most visited in Spain, it can be .es, .com, .org....

For the development of our application we have decided to use the programming language Python. It is characterized by having a short learning curve regarding to another programmings languages, and several libraries and tools which let us the facility of simple and get our results.

We have implement a set of domain lists by years, from 2007 to 2017, to be able to have a broad vision of the evolve in the deployment of the protocol, sampling around 1000 domains per year.

Our application is based on a set of requests both DNS and HTTP. We use DNS requests to obtain the corresponding addresses to the domain names in our lists, discarding the non-existing domains, both IPv4 and IPv6. We use HTTP requests to verify the web connectivity of the encountered addresses and to compare the response so that it offers us an accurate calculation about our main goal.

We obtain four results: the existence of DNS response of IPv4, the existence of DNS response of IPv6, the existence of web connectivity of IPv6 and if the IPv6 connectivity is in use.

We will expose the obtained results in several tables divided by year and in addition we will make an additional table with the results of the web sites most visited in Spain, just as we have mentioned previously.



Thanks to our survey, we have been able to prove the huge domain movement that exists continuously in the Internet, in other words, there is a lot of domains registered which finally disappear, so a high number of the domains registered many years ago, are non-existing domains today.

We have been able to prove that the number of domains with IPv6 supported is low in Spain, above all after the initiative of the ISPs previously mentioned. Starting from 2012 numbers grow and we have to notice that is easier to worry about the deployment of the new version when it is done in the most recently years than when it is done about ten years ago.

The results of the most visited web sites in Spain have been disappointing. Obviously every of them have had a successful response to the DNS request, but the deployment of IPv6 in these domains is almost limited to the most important web sites, that is to say the most powerful web sites. Even some domains for we could bet, have had a bad result.

Regarding to the future possible improvements to add to our project, we have thought in incorporate an algorithm that will provide us the domain names of the hosting web providers that offers IPv6, and the implementation of a graphic interface to do our application even more intuitive.

In general, the use of Internet grows day by day and it is something we can check by looking around. The fact that virtually everybody have at least a device connected to Internet, make that the deployment of IPv6 is a really important thing.

I wish to emphasize that I expect this survey helps to cooperate in the adoption of this new world.



Índice

Abstract	2
Índice de Figuras	9
Índice de Tablas.....	9
Índice de Gráficas	10
1. Introducción	11
1.1 Objetivos.....	14
1.2 Estructura de la memoria	14
2. Marco Regulador	15
2.1 Regulación.....	15
Protocolo DNS	16
Protocolo IPv6	16
2.2 Entorno legal	17
3. Planificación	19
3.1 Lista de tareas	19
3.2 Análisis del presupuesto	22
Costes de personal	22
Gastos de material y recursos	22
4. Estado del arte.....	23
4.1 Protocolo IP	23
4.2 Protocolo IPv6	23
Formato de Cabecera IPv6.....	25
Cabeceras de extensión	26
Tipos de direcciones IPv6	27
Transición a IPv6 desde IPv4.....	28
4.3 Protocolo DNS.....	29
Registro de Recursos	31
4.4 Protocolo HTTP	34
Métodos HTTP	36
Códigos de estado	37
HTTPS.....	39
4.5 Python	39
4.6 Otras alternativas	40
5. Selección de Dominios	42
6. Desarrollo de la aplicación	43
5.1 Prerrequisitos	43
5.2 Flujo de trabajo.....	43
5.3 Diseño del código.....	45
7. Análisis de resultados	48
6.1 Resultados de dominios .es por año	48
Año 2007	48



Exploración de dominios que ofrecen servicio web mediante IPv6 en España
Universidad Carlos III de Madrid
Eduardo Muñoz Flores

Año 2008	49
Año 2009	49
Año 2010	49
Año 2011	49
Año 2012	50
Año 2013	50
Año 2014	50
Año 2015	50
Año 2016	51
Año 2017	51
Páginas más visitadas	51
Tabla resumen	51
8. Posibles mejoras	56
9. Conclusiones	57
10. Referencias	58
Abreviaturas	61
Apéndice	62



Índice de Figuras

<i>Figura 1 Pila de protocolos</i>	<i>15</i>
<i>Figura 2 Formato de direcciones IPv4</i>	<i>23</i>
<i>Figura 3 Formato de dirección IPv6 (Tomado de docs.oracle.com)</i>	<i>24</i>
<i>Figura 4 Ejemplos de cabeceras de extensión IPv6 (Tomado de deividsdocs.wordpress.com)</i>	<i>27</i>
<i>Figura 5 Ejemplo de árbol de dominios (Tomado de [13])</i>	<i>30</i>
<i>Figura 6 Modelo petición/respuesta HTTP (Tomado de blog.micayael.com).....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 7 Petición y respuesta HTTP (Tomada de [16]).....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 8 Códigos de error HTTP (Tomada de [9])</i>	<i>38</i>
<i>Figura 9 Flujo de trabajo de la aplicación</i>	<i>44</i>

Índice de Tablas

<i>Tabla 1 Diagrama de Gantt del proyecto</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 2 Tabla de presupuestos de personal</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 3 Tabla de presupuestos de material.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 4 Tabla de presupuestos totales.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 5 Cabecera de un datagrama IPv6.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 6 Formato de RR (Tomado de tgopal.wordpress.com).....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 7 Tipos de RR.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 8 Estructura del SOA</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 9 Resultados obtenidos para 2007.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 10 Resultados obtenidos para 2008.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 11 Resultados obtenidos para 2009.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 12 Resultados obtenidos para 2010.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 13 Resultados obtenidos para 2011.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 14 Resultados obtenidos para 2012.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 15 Resultados obtenidos para 2013.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 16 Resultados obtenidos para 2014.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 17 Resultados obtenidos para 2015.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 18 Resultados obtenidos para 2016.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 19 Resultados obtenidos para 2017.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 20 Resultados obtenidos para las páginas más visitadas en España</i>	<i>51</i>



Índice de Gráficas

<i>Gráfica 1 Direcciones IP por país.....</i>	<i>12</i>
<i>Gráfica 2 Gráfica de resultados totales.....</i>	<i>52</i>



1.Introducción

Cuando usamos Internet para interaccionar con cualquier aplicación, ver películas, enviar un mail, compartir archivos en la nube, realizar una compra a través de una página web, o cualquier otro tipo de servicio, se establece una comunicación entre nuestro dispositivo y diversos elementos de la red. Esto es posible gracias al protocolo de Internet (IP, Internet Protocol [1]).

El protocolo IP es el protocolo que se encarga de controlar el envío de paquetes mediante datagramas IP. Este protocolo debe estar implementado tanto en origen como en destino, además de en los nodos intermedios. Es en el origen donde se produce un envío de los mencionados datagramas basado en el tipo de servicio best-effort, el cual hace lo posible por que los datagramas sean recibidos, sin garantizar fiabilidad. La fiabilidad del envío y recepción de estos datagramas será proporcionada por los protocolos de la capa de transporte, como por ejemplo TCP. Las versiones que existen actualmente de este protocolo son la IPv6 (Internet Protocol versión 6) y la IPv4 (Internet Protocol version 4).

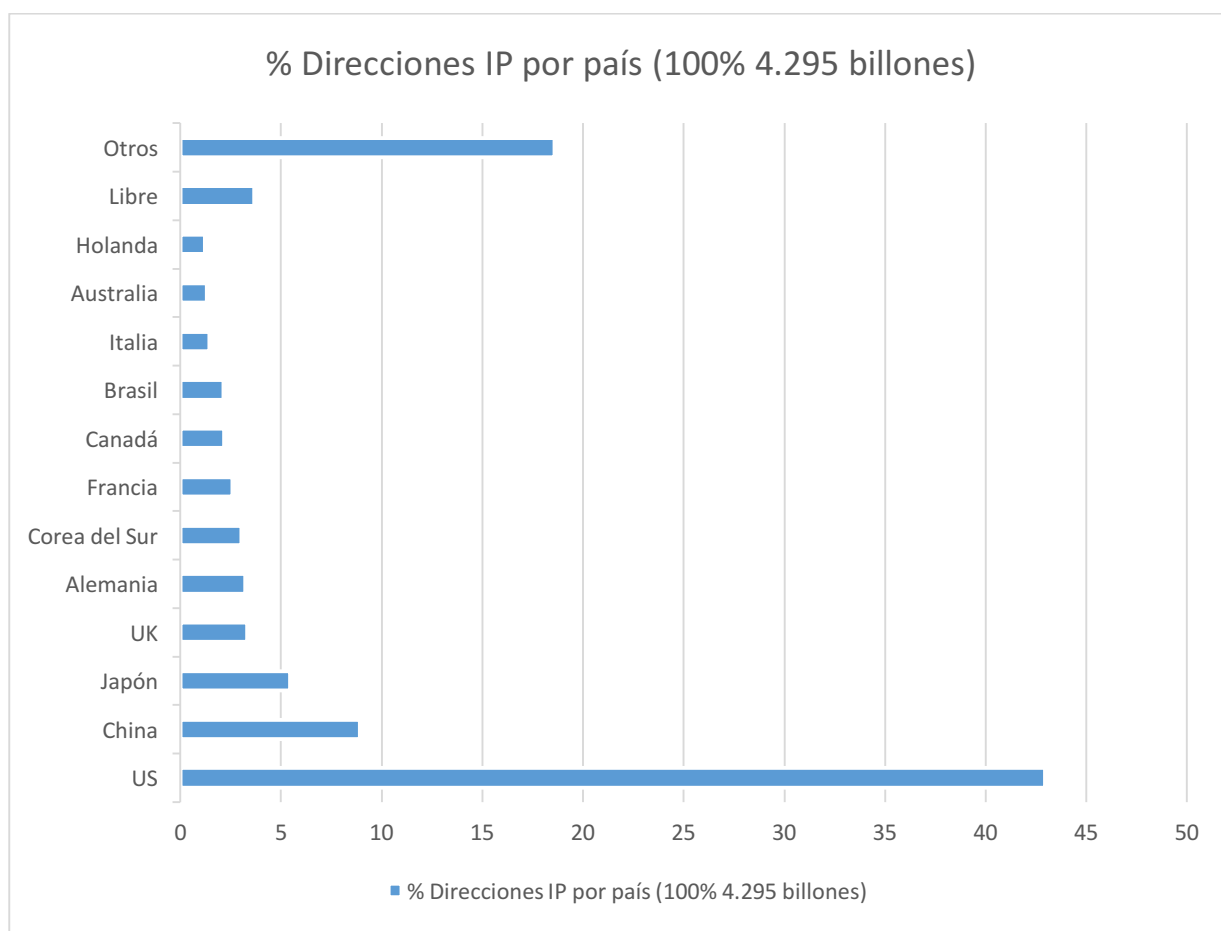
La versión del protocolo IP que se ha usado en Internet durante su paso de una red de investigación con muy pocos usuarios a la red de uso masivo que es hoy en día es IPv4. También es la versión de IP más usada actualmente en Internet.

Las direcciones IPv4 tienen un tamaño fijo de 32 bits, eso limita el número de direcciones a $2^{32} = 4294967296$. Aunque puedan parecer muchas, lo cierto es que no son suficientes para la extensión actual del uso de Internet (cerca de los 4.000 millones de usuarios), teniendo en cuenta también que las políticas de asignación de direcciones (no se asignan direcciones individuales sino prefijos) hacen que no se aprovechen todas las direcciones. Hay alguna solución, como los NATs (Network Address Translation), para aprovechar mejor las direcciones, pero son soluciones que tienen sus propios problemas (afectan al funcionamiento de Internet).



Caben destacar algunos datos acerca del agotamiento de las direcciones IPv4. Hay una cantidad de 4.295 millones de direcciones posibles, de las cuales, alrededor de 500 millones quedan reservadas tanto para multicast como para uso futuro, por lo que nos quedan cerca de 3.800 millones de direcciones utilizables. Esto quiere decir, a groso modo, que tenemos un par de direcciones IPv4 por persona en el mundo.

En la siguiente figura podemos ver el reparto de direcciones IPv4 por los países con mayor influencia en Internet:



Gráfica 1 Direcciones IP por país

Para combatir contra el problema del agotamiento de direcciones IPv4, en 1994 se empezó a trabajar en una nueva versión del protocolo. El protocolo IPv6 ofrece como máxima ventaja frente a su predecesor una cantidad de direcciones para no pensar en límites, con un total de 2^{128} .



Ante la necesidad de expansión de Internet, la única alternativa que se ofrece para que los dispositivos y usuarios se puedan conectar es IPv6. Además, existe una transición para finalmente dejar atrás la IPv4 [2], ya que usuarios actuales con IPv4 no podrán conectarse a usuarios con IPv6.

En este proyecto vamos a desarrollar una herramienta para analizar y explorar la expansión de la nueva versión del protocolo en los dominios de España, con la cual seremos capaces de averiguar a partir de una dirección URL tipo “www.direccionurl.es”, si el sitio web correspondiente tiene o no el soporte a la nueva versión del protocolo IP.

Para la realización de la herramienta, hemos optado por el uso del lenguaje Python. Esta decisión ha sido tomada debido a la mayor facilidad para interactuar con la web y el DNS, esto es, Python dispone de una amplia gama de llamadas que hacen más cómodo el trabajo de interactuar con servidores web y servidores DNS.



1.1 Objetivos

Por lo tanto, el objetivo principal de nuestro trabajo es obtener información de cómo está avanzando el uso de IPv6 en España. Para ello elegimos analizar servidores web en España para ver si son capaces de responder a peticiones usando IPv6. Dada la popularidad del servicio web, esta es una buena forma de obtener una idea del despliegue de IPv6 en nuestro país. Para conseguir el objetivo principal, tenemos varios objetivos parciales:

- Ver si encontramos otros estudios sobre el uso de IPv6 en España
- Desarrollar una herramienta propia para obtener la información que necesitamos.
- Conseguir una lista de dominios representativa que poder usar para muestrear el uso de IPv6
- Realizar la exploración de la lista de dominios, obtener y analizar los resultados obtenidos para sacar conclusiones sobre el uso de IPv6 en España.

1.2 Estructura de la memoria

Para continuar, vamos a tratar el marco regulador de nuestro proyecto, siguiendo por la planificación y presupuesto utilizado. Después detallaremos el estado del arte analizando técnicamente lo que rodea el trabajo realizado, continuando con la explicación en detalle de la herramienta que hemos creado, un análisis de los resultados obtenidos y la breve definición de futuras posibles mejoras. Para finalizar, razonaremos las conclusiones a las que llegamos, expondremos las referencias utilizadas y facilitaremos un pequeño listado de abreviaturas utilizadas en la memoria, además de un apéndice con una serie de resultados obtenidos.



2.Marco Regulador

En este apartado vamos a explicar las regulaciones aplicables al protocolo IPv6, en los aspectos de estandarización de este protocolo relacionado con el proyecto.

2.1 Regulación

Para comenzar, vamos a indicar con la siguiente figura el nivel en el que se encuentran los protocolos que vamos a ver en el proyecto dentro de la pila de protocolos. En nuestro caso, vamos a indagar en el nivel de red, centrándonos más en el protocolo IPv6.

A su vez, cabe destacar aspectos globales sobre la regulación en la asignación de dominios, con el protocolo DNS situado en la capa de aplicación.

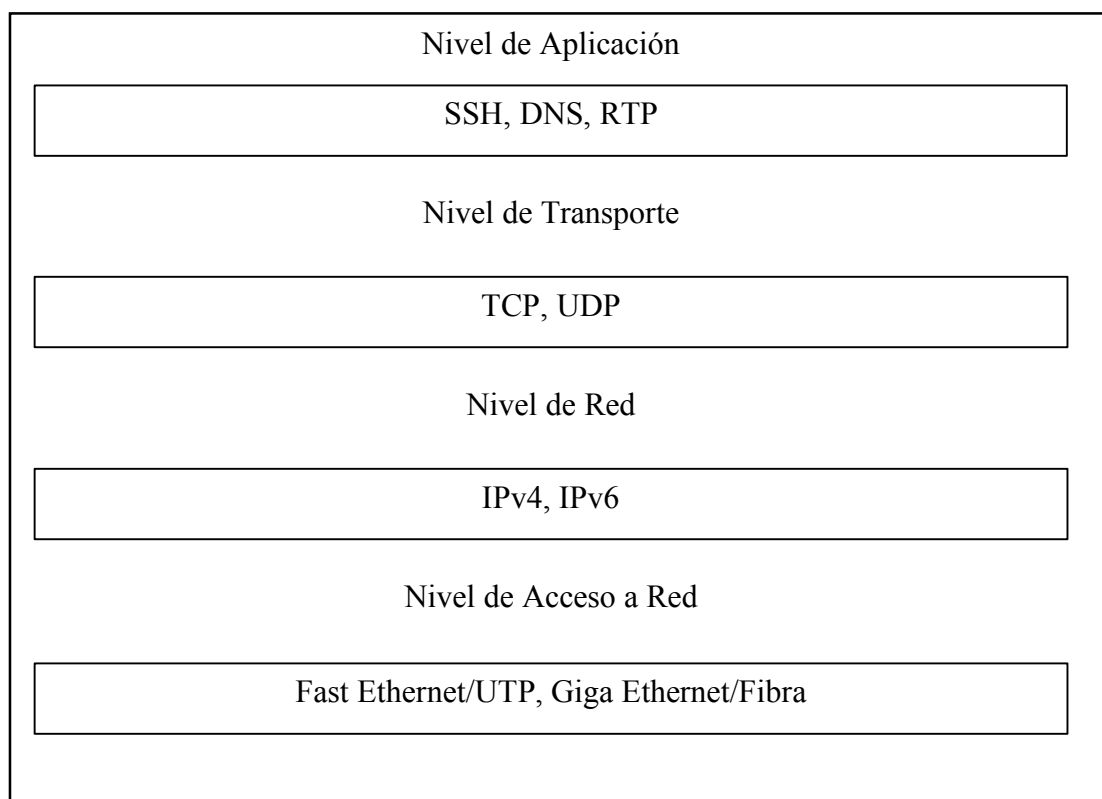


Figura 1 Pila de protocolos



Protocolo DNS

La asignación de nombres de dominio comenzó a regularse en 1996 en España, cuando Internet comenzó a tener peso en el entorno comercial. Más adelante, en el año 2000, en vista a que el uso de Internet iba avanzando fuertemente, la gestión del dominio ".es" (dominio nacional en España) fue atribuida a la entidad pública red.es, que estableció una serie de normas reguladoras mediante la Orden del 21 de marzo del año 2000.

El Plan Nacional de Nombres de Dominio de Internet [3] (1 de Junio de 2005) describe las normas y leyes acerca de todo lo que repercute al protocolo DNS, es decir, la asignación de dominios, la gestión de estos, los tipos y niveles de los dominios ".es", la regulación del uso de dominios cedidos por terceros o la organización de dominios privados y públicos.

Protocolo IPv6

La organización IETF desarrolló en 1998 las especificaciones técnicas del protocolo IPv6, cuyo objetivo principal era solventar el problema del agotamiento de las direcciones IPv4.

Otra organización que ha tenido peso a la hora de implantar el protocolo IPv6 es la Unión Internacional de Telecomunicaciones, tratando de fomentar el despliegue de la nueva versión del protocolo en las Administraciones Públicas mediante la Resolución 180 de octubre de 2010.

Cabe tener en cuenta que en 2011 se asignó el total del repositorio global de direccionamiento IPv4 por parte de ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) y que a su vez se produjo la asignación de todas las direcciones IPv4 disponibles en diversas regiones mundiales, por lo tanto, ese mismo año se estudió a fondo un plan para incorporar el protocolo IPv6 en España



El Consejo de Ministros aprobó el 29 de Abril de 2011 el Plan de fomento para la incorporación del protocolo de Internet IPv6 en España [4].

El Plan tuvo como objetivo incorporar la versión 6 del protocolo IP como reacción al enorme crecimiento de la red Internet abordando temas tales como la innovación en el área tecnológica y la implantación de nuevos servicios en el sector TI. Para ello, sería necesario trabajar en la mejora de la seguridad de la información transmitida por la red, la mejora de las comunicaciones entre redes y una mejor organización de estas.

El Plan está impulsado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio con carácter general y, en el ámbito de la integración del protocolo IPv6 en las Administraciones públicas, por el Ministerio de Política Territorial y Administración Pública.

2.2 Entorno legal

Para la realización de este proyecto, necesitamos un listado de dominios a partir del cual podamos verificar si proporcionan acceso a través de IPv6. Además, tenemos que comprobar las condiciones legales de las fuentes de estos listados para el uso de su información.

Hemos optado por acceder a los dominios proporcionados públicamente por red.es. En sus términos y condiciones de uso [5] permite el manejo de la información pública mientras no se desnaturalice el contenido, se cite la fuente, en este caso red.es, y se mencione la fecha de actualización del contenido utilizado. En este proyecto cumplimos con lo citado anteriormente.

Además, se ha realizado el mismo procedimiento con dominios proporcionados por Alexa.com. El acceso a esta información se ha realizado tras revisar los términos y condiciones de uso [6], que restringen el uso comercial y obligan a la citación de la fuente.

La exploración que hemos realizado sobre los dominios escogidos ha sido en todo momento amistosa y en serie. El diseño de nuestra aplicación se ha desarrollado para que no suponga una carga a los hosts de los que requeríamos información, debido a que el número de peticiones que hacemos no es alto. Nuestra metodología de exploración



consiste en hacer un muestreo de dominios y extrapolar resultados a partir de la muestra. Una metodología alternativa sería una exploración sistemática de todos los dominios .es, lo que requeriría paralelizar peticiones, y eso nos obligaría a ser muy cuidadosos para asegurar que no causamos problemas en servidores DNS. Nosotros muestreamos dominios y tampoco exploramos sistemáticamente cada sitio web (solo descargamos la página principal), con lo que al sitio web no le generamos más carga que un usuario humano. Además, en la petición, indicamos que el cliente es un programa Python con lo que los servidores web pueden fácilmente identificar estas peticiones como hechas por una máquina y filtrarlas (nótese que esto es muy fácil de cambiar, para decir que el cliente es un navegador estándar, por ejemplo, pero no lo hemos hecho para ser especialmente cuidadosos en no generar inconvenientes no deseados).

En nuestra aplicación, el punto sobre el que se generan más peticiones son los servidores DNS (las peticiones web se distribuyen entre más máquinas), por eso hemos optado por incluir en el diseño un balanceador de carga que transmita las peticiones divididas entre varios servidores DNS, de modo que no se sobrecargue uno en concreto.

La información utilizada en el proyecto es pública, a la que cualquier usuario podría acceder. Gracias a esto, hemos podido obtener una idea para el objetivo del proyecto, realizar una estadística sobre el uso del protocolo IPv6 sobre dominios .es, por un lado, y otros solicitados desde España, por otro.



3. Planificación

En este apartado se describirá la planificación para realizar el proyecto, así como el presupuesto requerido para llevarlo a cabo.

3.1 Lista de tareas

En la siguiente figura detallamos las distintas etapas superadas para completar el proyecto mediante un diagrama de Gantt.

	Duración	Semanas																			
Actividad		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Estudio inicial y solución preliminar	3																				
Búsqueda y adquisición de materiales	3																				
Diseño de la herramienta	10																				
Pruebas y análisis de resultados	3																				
Redacción de la memoria del proyecto	17																				

Tabla 1 Diagrama de Gantt del proyecto

Como se puede apreciar en el diagrama, el proyecto ha tenido una duración de 20 semanas.

Todas las fases, a excepción de la redacción de la memoria del proyecto, se han realizado en serie:



- **Estudio inicial y solución preliminar**

En esta primera fase se ha realizado un estudio previo sobre el tema a abordar en el proyecto. Se ha investigado el entorno que rodea el tema sobre el que se iba a trabajar, la manera de implementar la solución y los objetivos principales y secundarios de ésta.

Se llevó a cabo una familiarización con las tecnologías a utilizar, protocolos que intervienen en el flujo de la aplicación, lenguaje conveniente para mayor comodidad y accesibilidad a la información requerida y puesta al día de las herramientas que nos ofrecía el mercado.

Finalmente, teniendo los conceptos claros, se realizó el análisis de los conocimientos adquiridos y se decidió dentro de las opciones que se habían barajado.

- **Búsqueda y adquisición de materiales:**

Una vez decidido el plan a seguir se realizó la investigación del mercado en busca del material a utilizar (lenguajes de programación, librerías, servidores DNS).

Se realizaron pruebas en entornos gratuitos para determinar el producto que más se acoplaba a nuestras necesidades en el proyecto.

- **Diseño de la herramienta:**

La fase de diseño ha sido la fase más costosa y de mayor duración del proyecto. En esta etapa se ha realizado el desarrollo software del programa Python basado en llamadas a los servidores DNS y web, la cual explicaremos en los siguientes puntos del proyecto.



- **Pruebas y análisis de resultados:**

En esta fase se han realizado las pruebas para verificar el correcto funcionamiento de nuestra aplicación, volviendo al punto anterior (Diseño de la herramienta) en los casos en los que las pruebas no fueran satisfactorias.

Una vez que el programa fue consistente y las pruebas satisfactorias, se realizó un exhaustivo análisis de los resultados obtenidos, ahondando en los conceptos determinados como objetivos principales del proyecto.

- **Redacción de la memoria del proyecto:**

Durante todo el proyecto se han ido documentando los avances en un borrador, el cual hemos perfeccionado, revisado y puesto a punto al finalizar las anteriores etapas.



3.2 Análisis del presupuesto

Ahora detallaremos los costes del proyecto divididos en distintos tipos:

Costes de personal

Apellidos y nombre	Categoría	Dedicación	Coste persona mes	Coste(Euros)
Ignacio Soto	Ingeniero Senior	0,23	4.289,54	986,59
Eduardo Muñoz Flores	Ingeniero Junior	2,04	2.694,39	5.496,56
		Personas mes 2.27	Total	6.483,15

Tabla 2 Tabla de presupuestos de personal

Hemos considerado que 1 persona/mes son 132 horas, y nuestro proyecto consta de 300 horas divididas en 20 semanas.

Gastos de material y recursos

Descripción	Coste	%Uso dedicado al proyecto	Dedicación en meses	Coste imputable
Alquiler servidores	7,25€/mes	100%	5	36,25€
Ordenador	545€	33%	5	45,41€
Total				81,66€

Tabla 3 Tabla de presupuestos de material

Costes Totales

Tipo costes totales	Presupuesto costes totales
Personal	6.483,15€
Costes indirectos (20%)	1.312,96€
Material y Recursos	81,66€
Total	7.877,77€

Tabla 4 Tabla de presupuestos totales



4.Estado del arte

En este apartado definiremos los protocolos y herramientas alrededor de los cuales se ha realizado el proyecto, describiéndolos de manera que podamos ponernos en contexto sobre la solución desarrollada.

4.1 Protocolo IP

El protocolo Internet [7] se diseñó inicialmente para realizar comunicaciones entre ordenadores interconectados en red mediante el intercambio de paquetes. Este protocolo se basa en la transmisión de bloques de datos llamados datagramas entre un origen y un destino, donde dichos origen y destino son equipos con un identificador constituido por una dirección de longitud fija.

En la siguiente figura podemos ver el formato de una dirección IPv4:

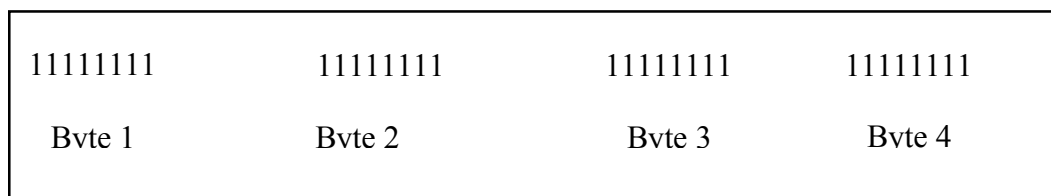


Figura 2 Formato de direcciones IPv4

4.2 Protocolo IPv6

IPv6 [8] es la nueva versión del protocolo anteriormente descrito (IPv4), diseñada para cubrir una serie de aspectos que mejorarán el comportamiento de este protocolo.

- Mayor número de direcciones:

El tamaño de las direcciones en la nueva versión del protocolo aumenta a 128 bits con respecto a los 32 de la versión 4. De esta manera, soporta muchos más niveles de la jerarquía de direccionamiento, simplifica la auto configuración de direcciones y soporta un número más elevado de nodos direccionables. La escalabilidad del routing multicast se mejorará en esta versión añadiendo un campo "scope"(ámbito) para este tipo de



direcciones. También se añade un nuevo tipo de direcciones, las "Anycast", útiles para enviar paquetes a cualquiera dentro de un grupo de nodos.

A continuación se presenta una figura con el formato de las direcciones IPv6:

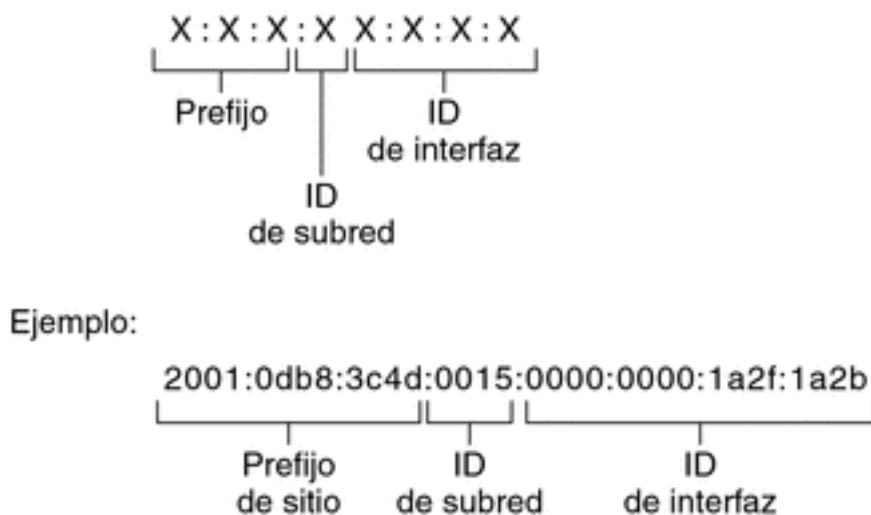


Figura 3 Formato de dirección IPv6 (Tomado de docs.oracle.com)

- Simplificación del formato de la cabecera:

Las cabeceras en la versión 6 se han modificado de tal manera que algunas de las que en IPv4 eran obligatorias, en IPv6 se han eliminado o consideradas opcionales en favor de la reducción del coste del procesado del paquete y para limitar el coste del ancho de banda de la cabecera IPv6.

- Mejora del soporte para extensiones y opciones

Los cambios en la manera en que se codifica la cabecera con esta nueva versión hace que los datagramas enviados se puedan interpretar más fácilmente y pueda haber un mayor número de cabeceras de opciones en ellos.

- Etiquetas en los datagramas para mejorar el flujo

Se añade esta capacidad para permitir que en flujos de tráfico específicos, las peticiones se soliciten con tratamientos especiales, tales como la calidad de servicio específica o el servicio en tiempo real.



- Autenticación y Privacidad

Se añaden extensiones para soportar autenticación, integración de datos y, opcionalmente, privacidad de datos.

Formato de Cabecera IPv6

Versión	Clase de Tráfico	Etiqueta de Flujo	
Longitud de la carga útil		Cabecera Siguiente	Límite de Saltos
Dirección de Origen			
Dirección de Destino			

Tabla 5 Cabecera de un datagrama IPv6

Versión (4 bits): Número = 6 de versión del Protocolo Internet.

Clase de Tráfico (8 bits): Campo clase de tráfico.

Etiqueta de Flujo (20 bits): Etiqueta de flujo.

Longitud de la Carga Útil (8 bits): Longitud de todo lo que resta del paquete.

Cabecera Siguiente (8 bits): Identifica el tipo de cabecera que sigue inmediatamente a la cabecera IPv6. Utiliza los mismos valores de la cabecera en el protocolo IPv4.

Límite de saltos (8 bits): Valor que va decrementando en uno por cada nodo que reenvía el paquete. Si este valor llega a cero, se descarta el paquete.

Dirección Origen (128 bits): Dirección del origen.

Dirección Destino (128 bits): Dirección del destino.



Cabeceras de extensión

Todos los paquetes IPv6 comienzan con la cabecera básica descrita anteriormente. En la mayor parte de los casos, con dicha cabecera es suficiente para conseguir la entrega del paquete, pero otras veces, es necesario añadir información para poder transmitir el paquete al destino o a nodos intermedios en la ruta. Este es el propósito de las cabeceras de extensión, que es un mecanismo eficiente para introducir opciones.

Estas cabeceras son añadidas inmediatamente después de la cabecera básica del paquete IPv6 y son consideradas dentro del cuerpo del paquete. Cada cabecera de extensión tiene su propio campo "Next Header" al principio de ella, identificando así el tipo de la siguiente cabecera.

El tamaño de esta cabecera puede variar en función de su tipo, pero siempre será múltiplo de 8 bytes. Hay un límite en el número de las cabeceras de extensión IPv6, cada una de ellas sólo puede estar presente una vez en el paquete (exceptuando la cabecera Opciones de Destino (60)). El orden de las cabeceras es importante para el procesamiento eficiente del paquete en los diferentes nodos intermedios, lo cuales leen las opciones y cabeceras del paquete y no necesitan nada más para poder transmitirlo al siguiente nodo. Una vez que el campo "Next Header" contiene un valor que no corresponde a ninguna cabecera de extensión, dicho valor indica que las cabeceras han terminado y comienzan los datos de otro protocolo de mayor nivel.

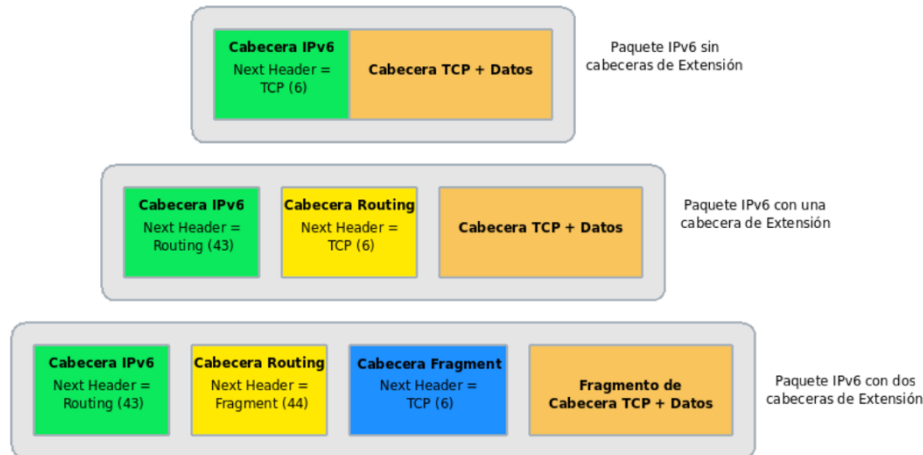


Figura 4 Ejemplos de cabeceras de extensión IPv6 (Tomado de deividsdocs.wordpress.com)

Tipos de direcciones IPv6

Una dirección IPv6 puede ser clasificada en una de estas tres categorías:

- Unicast.

Una dirección unicast únicamente identifica una interfaz de un nodo IPv6. Un paquete enviado a una dirección unicast es entregado a la interfaz identificada por esa dirección.

Hay tres tipos de direcciones unicast:

- Unicast Global

Similar a las direcciones IPv4 públicas. Tienen un prefijo de `2000::/3`, lo que quiere decir que todas las direcciones comienzan con 001 en binario.

- Unique Local

Utilizadas para comunicaciones dentro de una organización. Tienen un prefijo `FD00::/8`.

- Link Local

Estas direcciones son utilizadas para enviar paquetes en una subred local. Los routers no reenvían paquetes con estas direcciones a otras subredes. IPv6 requiere una dirección link local para poder ser asignado a cualquier interfaz en la cual este protocolo esté habilitado. El prefijo de estas direcciones es `FE80::/10`.

- Multicast



Una dirección multicast identifica un grupo de interfaces IPv6. Un paquete enviado a una dirección multicast es procesado por todos los miembros del grupo multicast.

Las direcciones multicast IPv6 comienzan con el prefijo FF00::/8.. Los routers usan el campo ámbito para determinar si el tráfico multicast puede ser transmitido.

Los posibles valores del campo ámbito son:

- Interface-Local
 - Link-Local
 - Admin-Local
 - Site-Local
 - Organization-Local
 - Global
-
- Anycast

Una dirección anycast es asignada a múltiples interfaces(normalmente en múltiples nodos). Un paquete enviado a una dirección anycast es entregado sólo a una de las interfaces indicadas, normalmente a la más cercana.

Transición a IPv6 desde IPv4

Debido a que la transición a IPv6 [9] está siendo gradual, hay que definir dos tipos de direcciones especiales para la compatibilidad con el protocolo IPv4.

Direcciones IPv6 compatibles con IPv4

Los paquetes IPv6 son tunelizados sobre una infraestructura de routing IPv4. Los nodos IPv6 que usan estas técnicas tienen asignadas unas direcciones IPv6 unicast que llevan una dirección IPv4 de 32 bits. Estas direcciones se están viendo poco a poco obsoletas, y rara vez son utilizadas en las nuevas prácticas del protocolo.

Direcciones IPv6 con IPv4 mapeado

Este tipo de direcciones representan la dirección de nodos que solo soportan IPv4 como direcciones IPv6. Un nodo IPv6 puede usar esta dirección para enviar paquetes a un nodo sólo IPv4. La dirección también lleva la dirección IPv4 de 32 bits.



Ambos tipos de direcciones se muestran parecidas, la única diferencia entre ellas son los 16 bits situados antes de los últimos 32 que conforman la dirección IPv4 mencionada, siendo ceros en las direcciones IPv6 compatibles con IPv4 y unos en las direcciones IPv6 con IPv4 mapeado.

Además de estos formatos de direcciones, originalmente se utiliza el método “dual-stack”. Este método propone una transición ligera hacia IPv6, de manera que las máquinas tengan soporte para ambas versiones. Cuando un paquete es dirigido a un sistema que soporte IPv4 e IPv6, las comunicaciones irán dirigidas a la red IPv6. Si las comunicaciones van dirigidas a un destino que solo tenga IPv4, será hacia la red IPv4 donde vayan encaminados los datagramas.

A la hora de resolver las direcciones IPv6, los servidores DNS no pueden hacerlo mediante el registro “A” de IPv4 ya que el tamaño de las direcciones ha aumentado de 32 a 128 bits. Para ello se ha definido un nuevo estándar [10] que crea registros de tipo “AAAA”, los cuales se usan para traducir estas direcciones.

4.3 Protocolo DNS

Las máquinas que intervienen en cualquier comunicación tienen una dirección IP asignada, cuyo formato, como hemos visto anteriormente, se basa en cadenas de números para IPv4 y cadenas de números y letras para IPv6. Al ser humano le resulta más fácil recordar nombres que números, por lo que cuando queremos comunicarnos con una máquina preferimos hacerlo mediante un nombre en lugar de una dirección difícil de recordar.

Como solución a estos problemas, nace el Protocolo DNS [11][12], que consta principalmente de tres componentes:

El DNS (Domain Name Space) es una especificación de espacio de nombres en forma de árbol. Cada nodo y cada hoja de este árbol pone un nombre a un conjunto de información y se realizan consultas para tratar de extraer información particular de un conjunto. Una

consulta llama al nombre de dominio y describe el tipo de información de recurso deseado.

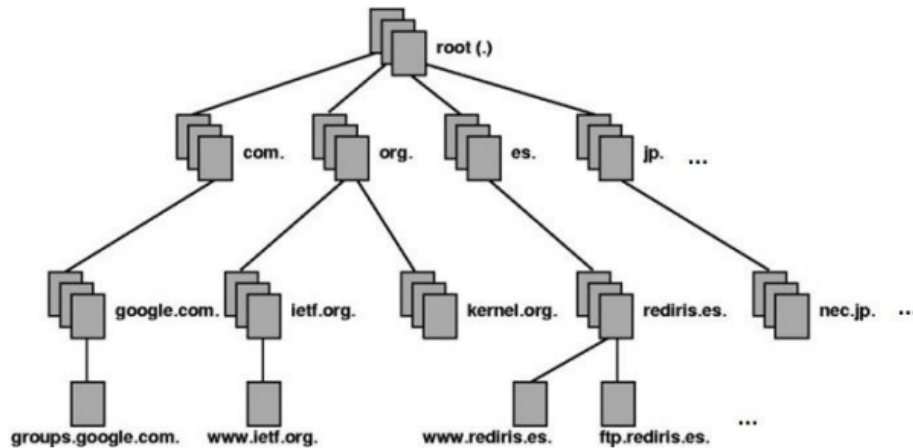


Figura 5 Ejemplo de árbol de dominios (Tomado de [13])

Los Servidores de Nombres son programas que contienen la información de los árboles de dominios. Un servidor de nombres puede cachear o establecer información sobre cualquier parte del árbol, pero, en general, un servidor de nombres específico contiene toda la información sobre un subconjunto en el espacio de dominios, y posee punteros hacia otros servidores de nombres que serán utilizados para dirigir hacia la información de cualquier parte del árbol de dominios. Existe el concepto de "zona", que se define como la parte del árbol de dominios que el servidor de nombres conoce al completo. Un servidor de nombres autoritativo es el que controla estas partes del espacio de nombres.

El tercer componente del protocolo DNS es el resolver. Los resolvers son programas que extraen la información de un servidor de nombres como respuesta a una petición. Los Resolvers deben tener acceso al menos a un servidor de nombres y utilizar su información para responder las consultas directamente, o continuar la búsqueda usando referencias a otro servidor de nombres. Un resolver normalmente es un sistema rutinario que es accesible a programas del usuario, por lo que no es necesario ningún protocolo entre el resolver y dicho programa.



Registro de Recursos

Una base de datos DNS se compone de uno o varios archivos de zonas. Cada zona se ve definida por un conjunto de recursos denominados Registro de Recursos(RR).

Estos recursos proporcionan información sobre los alias, el tipo de CPU, el sistema operativo o el servidor de nombres autoritativo del que hemos hablado anteriormente para el dominio consultado.

Todos los recursos tienen el siguiente formato:

DNS Resource Record (RR)

NAME	sequence of labels, variable length
TYPE	integer, 16 bits
CLASS	integer, 16 bits
TTL	integer, 32 bits
RDLENGTH	unsigned integer, 16 bits
RDATA	string of octets, variable length

Tabla 6 Formato de RR (Tomado de tgopal.wordpress.com)



Nombre: Nombre de dominio

Tipo: Código de identificación del tipo de RR. Para nuestro proyecto, los más relevantes serán los dos primeros: "A" y "AAAA".

Tipo	Descripción
A	Asigna un nombre de dominio a una dirección IPv4. Puede haber varios registros si existen varias direcciones.
AAAA	Asigna un nombre de dominio a una dirección IPv6. Puede haber varios registros si existen varias direcciones.
NS	Nombre del servidor autoritativo de este RR.
MD	Email de destino.
MF	Email de envío.
CNAME	Asigna un nombre de dominio a un alias.
SOA	(State of Authority) Mejor fuente de información de un dominio
PTR	Puntero que asocia un nombre de dominio a la IP.
HINFO	Información Hardware o Software sobre el host.
ISDN	Asigna un nombre de dominio a un número de teléfono.
MX	Proporciona enrutamiento del mensaje al host intercambiador de correo.
TXT	Asocia archivos de texto descriptivos a un nombre de dominio.
OPT	Datos adicionales de una solicitud o respuesta DNS.

Tabla 7 Tipos de RR.

Clase: Código de una de las clases que puede tomar un RR.

TTL: Tiempo durante el cual se puede almacenar el RR en la caché antes de tener que volver a ser consultado para actualizarlo.

RDLenght: Longitud del RData.



RData: Describe la información que se envía. Puede ser de distintos tipos:

- A: 32 bits de una dirección IPv4.
- CNAME: nombre de dominio.
- MX 16 bits y un host que funcione como el email de intercambio con el nombre de dominio.
- NS: nombre de host.
- PTR: nombre de dominio
- SOA (Start of Authority): Define cuál es la mejor fuente de información sobre un dominio.

MNAME
RNAME
SERIAL
REFRESH
RETRY
EXPIRE

Tabla 8 Estructura del SOA

- MNAME: Nombre del servidor de nombres autoritativo de esa zona.
- RNAME: E-mail del responsable de esa zona.
- SERIAL: Versión de la base de datos del DNS para ese dominio.
- REFRESH: Intervalo de tiempo para refrescar la información del servidor de nombres esclavo con la del principal.
- RETRY: Intervalo de tiempo para que el servidor de nombres esclavo comprueba el estado de la conexión con el servidor de nombres principal.
- EXPIRE: Intervalo de tiempo en el que se debe eliminar la información si no se ha conectado con el servidor de nombres principal.

4.4 Protocolo HTTP

El protocolo HTTP (Hypertext Transfer Protocol) [14] es un protocolo de nivel de aplicación, sin estado, para sistemas de información de hipertexto, distribuidos y colaborativos. Es un protocolo petición/respuesta que utiliza semántica y cuerpos de mensaje de descripción propia para una interacción flexible con sistemas de información de hipertexto en la red.

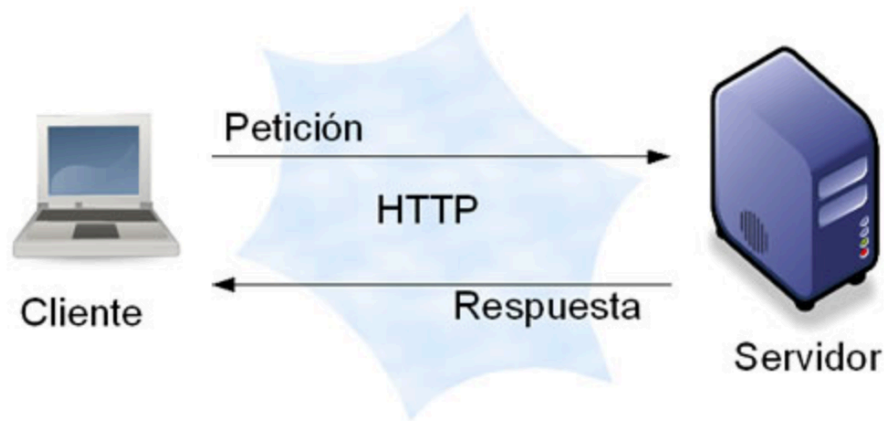


Figura 6 Modelo petición/respuesta HTTP (Tomado de blog.micayael.com)

Al tratarse de un protocolo petición/respuesta, opera intercambiando mensajes a través de un transporte de confianza o conexiones en la capa de sesión del modelo OSI [15]. Un cliente HTTP es un programa que establece una conexión hacia un servidor con el propósito de enviar una o varias peticiones HTTP. Un servidor HTTP es un programa que acepta conexiones para servir peticiones HTTP enviando respuestas HTTP.

En la siguiente figura podemos ver un ejemplo de una petición y una respuesta HTTP:



Client request:

```
GET /hello.txt HTTP/1.1
User-Agent: curl/7.16.3 libcurl/7.16.3 OpenSSL/0.9.7l zlib/1.2.3
Host: www.example.com
Accept-Language: en, mi
```

Server response:

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Mon, 27 Jul 2009 12:28:53 GMT
Server: Apache
Last-Modified: Wed, 22 Jul 2009 19:15:56 GMT
ETag: "34aa387-d-1568eb00"
Accept-Ranges: bytes
Content-Length: 51
Vary: Accept-Encoding
Content-Type: text/plain

Hello World! My payload includes a trailing CRLF.
```

Figura 7 Petición y respuesta HTTP (Tomada de [16])

El formato del mensaje consta de tres partes:

- Línea de salida
 - Request-line
[Método a utilizar] [Destino de petición] [versión del protocolo HTTP]
 - Status-line
[Versión del protocolo HTTP] [Código de estado] [Descripción del estado]

Más adelante explicaremos los diferentes métodos y códigos de estado que pueden aparecer en las peticiones y respuestas.

- Cabeceras

Cada campo de la cabecera consta de un nombre de cabecera seguido de “:” y un valor. No hay un límite en el número de campos que se pueden añadir a las cabeceras, por lo que a parte de las cabeceras estipuladas, se pueden añadir cabeceras personalizadas.

Algunas de las cabeceras más utilizadas son:

- Accept: Content-Types que se aceptan.
- Authorization: Credenciales de autorización.
- Content-Length: Tamaño del contenido.
- Content-Type: Tipo de contenido.
- Date: Fecha y hora de la petición.
- Expires: Tiempo en que una respuesta caduca.



- Host: Nombre de dominio o IP.
- Transfer-Encoding: Formato de codificación.

- Cuerpo

El cuerpo del mensaje HTTP, en el caso de que lo haya, se utiliza para transmitir la carga útil de una petición o respuesta. El valor de este campo se expresa en un número decimal de bytes.

Métodos HTTP

➤ Método GET

Este método solicita la transferencia de una determinada representación del recurso de destino. La respuesta ideal a este método es un mensaje completo con la información solicitada.

➤ Método HEAD

El método HEAD es idéntico a GET salvo en que en este método el servidor no envía el cuerpo del mensaje en la respuesta, sólo envía las cabeceras.

➤ Método POST

El método POST se utiliza para enviar una entidad a un recurso en específico, causando a menudo un cambio en el estado o efectos secundarios en el servidor

➤ Método PUT

El método PUT reemplaza todas las representaciones actuales del recurso de destino con la carga útil de la petición.

➤ Método DELETE

Este método lanza una petición al servidor para que elimine una asociación entre el recurso destino y su funcionalidad.

➤ Método CONNECT

El método CONNECT le pide al servidor que establezca un túnel entre él y el cliente.



➤ Método OPTIONS

Este método lanza una petición de información sobre las opciones de comunicación disponibles para el recurso de destino, con el servidor de destino o con un intermediario.

➤ Método TRACE

El método TRACE realiza una depuración para comprobar que el mensaje se ha recibido correctamente.

Códigos de estado

El código de estado es un número de tres dígitos que nos informa sobre el resultado de una petición, indicando si ha sido satisfactoria o no.

El primer dígito del código de estado define la clase de respuesta, los dos siguientes no tienen una clasificación concreta. Hay cinco valores posibles para el primer dígito:

- 1xx (Informativo): La petición ha sido recibida, continua el proceso.
- 2xx (Satisfactorio): La petición ha sido recibida con éxito, entendida y aceptada.
- 3xx (Redirección): Para completar la petición es necesaria alguna acción adicional.
- 4xx (Error de cliente): La petición contiene algún error de sintaxis o no puede ser procesada.
- 5xx (Error en servidor): El servidor no ha podido procesar la petición, pero aparentemente la petición es válida.

En la siguiente tabla se muestran los distintos códigos de error:



Code	Reason-Phrase
100	Continue
101	Switching Protocols
200	OK
201	Created
202	Accepted
203	Non-Authoritative Information
204	No Content
205	Reset Content
206	Partial Content
300	Multiple Choices
301	Moved Permanently
302	Found
303	See Other
304	Not Modified
305	Use Proxy
307	Temporary Redirect
400	Bad Request
401	Unauthorized
402	Payment Required
403	Forbidden
404	Not Found
405	Method Not Allowed
406	Not Acceptable
407	Proxy Authentication Required
408	Request Timeout
409	Conflict
410	Gone
411	Length Required
412	Precondition Failed
413	Payload Too Large
414	URI Too Long
415	Unsupported Media Type
416	Range Not Satisfiable
417	Expectation Failed
426	Upgrade Required
500	Internal Server Error
501	Not Implemented
502	Bad Gateway
503	Service Unavailable
504	Gateway Timeout
505	HTTP Version Not Supported

Figura 8 Códigos de error HTTP (Tomada de [9])



HTTPS

El protocolo HTTPS [17] es la versión del protocolo HTTP cifrada. Este cifrado se consigue gracias a los protocolos SSL/TLS, los cuales cifran los paquetes que se envían por la red.

4.5 Python

Python [18] es un lenguaje de programación orientada a objetos cuya principal característica es su corta curva de aprendizaje. Pese a esto, se trata de un lenguaje poderoso y con infinitas alternativas a la hora de implementar todo tipo de aplicaciones de una manera sencilla.

Además de esto, Python es un lenguaje con una fácil legibilidad debido a que la forma en que se estructura su código resulta sencilla para el usuario. La importancia de las tabulaciones hace que el código esté siempre organizado y esto conlleva una mayor facilidad a la hora de entender lo que estamos programando.

Python es un lenguaje utilizado por una gran cantidad de programadores en todo el mundo, por lo que hay mucha información, foros y documentos que pueden servir de ayuda cuando se presenta una duda o problema en la implementación.

Además, este lenguaje cuenta con un amplio abanico de librerías. Esto proporciona al usuario una mayor facilidad a la hora de ampliar la funcionalidad básica de Python y realizar aplicaciones de infinitos campos diferentes.

- `Urlparse`

Esta librería se utiliza para dividir en distintos campos una dirección URL. Es muy útil para acceder a un puerto, un parámetro o un dominio fácilmente.



- Requests

La librería requests sirve para enviar todo tipo de peticiones HTTP a un servidor. Es una librería muy fácil de usar, y proporciona una respuesta completa y manejable, ya que puedes acceder a sus parámetros de manera sencilla a través del objeto Response, que es la respuesta a la petición.

- DNSPython

Con esta herramienta podemos acceder a información DNS de cualquier tipo (consultas, zonas) o realizar actualizaciones de dominios.

4.6 Otras alternativas

- Java

El lenguaje de programación Java [19] es el lenguaje más utilizado en todo el mundo. Se trata también de un lenguaje muy completo y orientado a objetos, con una gran versatilidad y robustez, además de una gran cantidad de información y ayudas sobre implementaciones en Internet.

En la programación Java, los programas están divididos en clases, a partir de las cuales se crean objetos. Dentro de dichas clases, se definen una serie de atributos, que serán las características de los objetos, y una serie de métodos, que definen los que harán estos objetos.

Los recursos de los que dispone Java son innumerables, así como los distintos *frameworks* dirigidos a una orientación en la programación u otra, lo cual provoca que sea más complicado el aprendizaje.

La facilidad del uso de las librerías orientadas a las peticiones web y DNS ha sido lo que ha decantado la balanza del lado de Python con respecto a Java. Es sencillo realizar un



programa de este tipo sin tener que definir distintas clases, gracias a las librerías de Python.

- Herramientas on-line

La página web de *IPv6 test* [20], desplegada por RedIRIS (red académica y de investigación de servicios avanzados de comunicaciones en España), proporciona una aplicación a través de la cual se puede verificar si un dominio responde a IPv6, además de poder medir la calidad y velocidad de las conexiones tanto de IP versión 4 como versión 6. Esto es muy útil para verificar algún dominio en un momento dado, pero no para realizar un muestreo de un número elevado de dominios.

Por este motivo, se ha realizado la implementación del programa Python, y así poder llegar a nuestros objetivos y obtener la experiencia del desarrollo.

- Otros estudios

Es interesante ver el estudio sobre el estado de IPv6 de Cisco [21] en el que se pueden ver gráficas sobre el uso de IPv6 en España a lo largo de los años.



5. Selección de Dominios

En este apartado vamos a aclarar de qué manera hemos seleccionado las listas de dominios para la realización de las pruebas.

Como hemos comentado anteriormente, los dominios han sido seleccionados de los listados de las estadísticas de *red.es* y de la página web *Alexa.com*.

Red.es proporciona públicamente listados de los dominios dados de alta cada mes desde el año 2007 hasta la actualidad. En nuestro caso hemos decidido, para que el muestreo sea amplio pero no desorbitado, explorar entre 1000 y 1200 dominios por año, escogiendo el mes de marzo de cada año. El hecho de que sean entre 1000 y 1200 es, simplemente porque a la hora de generar la lista de dominios unas páginas tenían más, o menos dominios que otras y al copiar el mismo número de páginas, el número de dominios no se corresponde.

En estos listados de red.es los dominios vienen ordenados por fecha de alta, es decir, el día en el que se registraron en el dominio .es. Hemos escogido el primer dominio aleatoriamente y a partir de ahí, hemos cogido los siguientes 1000 aproximadamente.

Por otro lado, existen dominios con caracteres especiales, tales como ñ, á o ç los cuales son admitidos en España. Para nuestro proyecto hemos decidido no tratarlos de manera especial, ya que no afecta a los resultados que buscamos por ser dominios muy minoritarios, por lo que cuando un dominio así pasa por nuestro programa, se pasa automáticamente al siguiente.



6.Desarrollo de la aplicación

En este apartado vamos a explicar cómo hemos ido desarrollando nuestro programa Python. Describiremos de qué manera hemos utilizado las herramientas, los problemas encontrados y sus determinadas soluciones.

5.1 Prerrequisitos

Para el desarrollo correcto de nuestro proyecto, previamente debemos contar con dos requisitos indispensables:

- Servidor web con soporte nativo IPv6..
- Servidores DNS para realizar las consultas.

5.2 Flujo de trabajo

En esta sección vamos a describir el flujo de trabajo de nuestra aplicación. En la siguiente figura podemos ver las llamadas que realiza el programa Python para llevar a cabo el muestreo de direcciones IP.

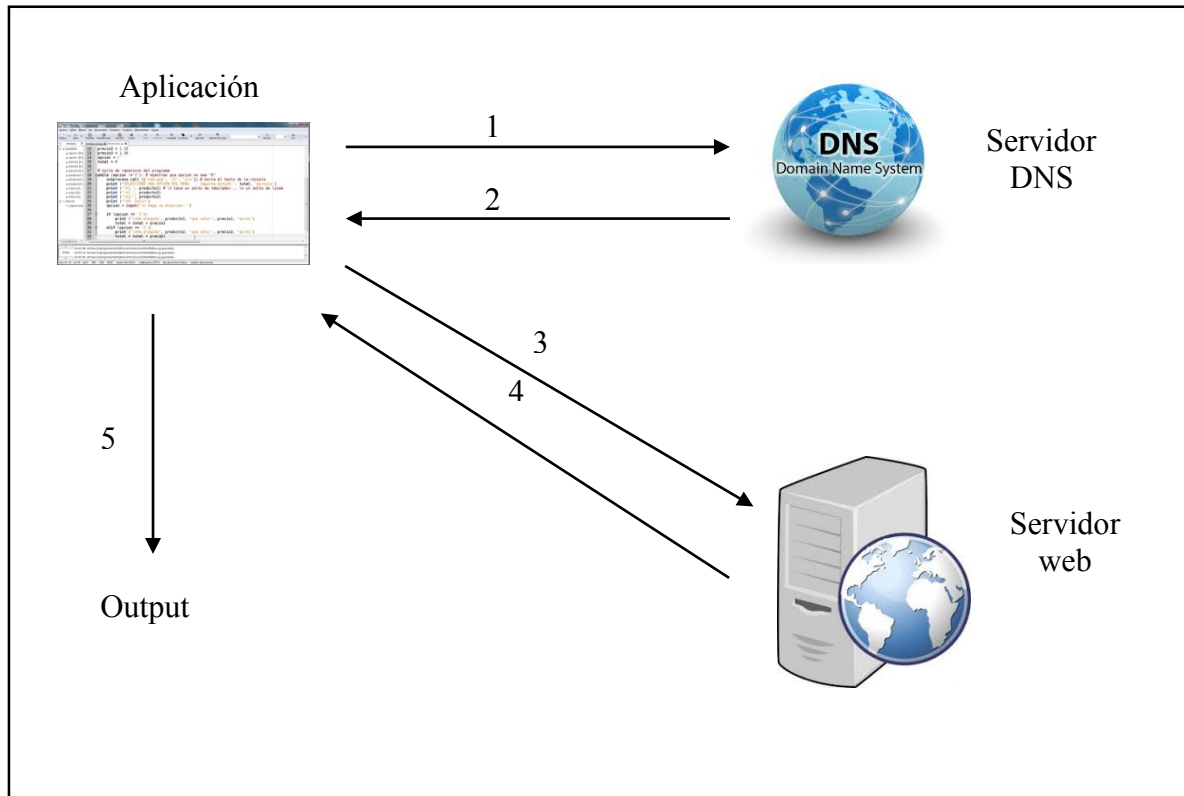


Figura 9 Flujo de trabajo de la aplicación

- Paso 1: En primer lugar nuestra aplicación va a realizar peticiones DNS para averiguar las direcciones IPv4 e IPv6 de los dominios que queremos muestrear, en el caso de que existan.
- Paso 2: El servidor DNS responderá con la dirección IPv4 e IPv6. Si no existe dirección IPv4 esto quiere decir que el dominio ya no existe. Si responde con una dirección IPv4 pero no IPv6 querrá decir que ese dominio no sirve IPv6.
- Paso 3: En este paso se realizará una petición web a partir de las direcciones IP conseguidas en los pasos anteriores. En este paso queremos averiguar si el servidor responde o no a una petición IPv6.
- Paso 4: Ahora analizaremos la respuesta del servidor. En el caso de que sea positiva, procederemos a averiguar si el dominio está utilizando o no IPv6.



- Paso 5: Con los resultados obtenidos, procederemos a elaborar un fichero de salida.

5.3 Diseño del código

El código de nuestra aplicación se basa en una serie de peticiones DNS y HTTP utilizando herramientas de Python. Hemos utilizado un entorno Linux con un servidor con soporte IPv6 nativo como hemos comentado anteriormente.

Para obtener una visión general del desarrollo, vamos a especificar los elementos más importantes:

- Descriptor de fichero de entrada
- Descriptor de fichero de salida
- Dirección de dominio
- Servidores DNS
- Dirección IPv4
- Dirección IPv6
- Diccionario para guardar los resultados

En primer lugar debemos definir los servidores DNS a los que van a ir dirigidas nuestras peticiones. Hemos utilizado los servidores DNS de Google, definidos en un array para poder realizar un balanceo entre ambos, de esta manera estos servidores no se sobrecargarán y no estaremos perjudicando su funcionamiento cuando realicemos nuestro muestreo.

Para obtener la dirección IPv4, en primer lugar hemos tenido que realizar un parseo de la url del dominio obtenido desde el fichero de entrada. A partir de este dominio hemos utilizado la función “gethostbyname” de la librería “socket”, la cual recibe como parámetro un dominio y devuelve su dirección IPv4.

Para obtener la dirección IPv6 hemos tenido que implementar una función propia. A partir del dominio parseado anteriormente para obtener la dirección IPv4, utilizamos la función



“getaddrinfo” de la librería “socket” y aplicamos un filtro para obtener la dirección IPv6 en el formato deseado.

Una vez que tenemos ambas direcciones, tenemos que realizar las llamadas al servidor web. Es aquí cuando entran en juego los condicionales para verificar la obtención o no de las direcciones IPv4 e IPv6.

- Si no obtenemos dirección IPv4, descartamos el dominio.
- Si obtenemos dirección IPv4, aumentamos un contador de direcciones IPv4 obtenidas y tratamos de obtener la dirección IPv6.
- Si no obtenemos dirección IPv6, descartamos el dominio.
- Si obtenemos dirección IPv6, aumentamos un contador de direcciones IPv6 obtenidas y realizamos las peticiones web mediante la herramienta “requests.get”.

Esta llamada nos va a proporcionar un objeto “response” por cada dirección IPv4 e IPv6 (hemos decidido utilizar un timeout de 5 segundos en la petición para evitar que se quede demasiado tiempo esperando una respuesta, lo cual retrasaría el muestreo perjudicando el resto de llamadas). A partir del objeto “response” podemos acceder a cualquier parte de la respuesta.

- Utilizando la función “status_code” del objeto “response” verificamos si la respuesta IPv6 es “200”. En tal caso, aumentamos un contador de conexión mediante IPv6 y tratamos de ver si está en uso. Hemos tenido ciertos problemas a la hora de muestrear páginas web que sólo admiten conexión por HTTPS como Google, Youtube o Facebook. Para solventar este problema hemos aceptado añadido el campo “allow_redirects = False” a nuestra petición, y aceptado las redirecciones (respuestas 3XX) como conexión con servidor web IPv6 siempre y cuando la respuesta sea idéntica para IPv4 y para IPv6. Por lo general hemos podido comprobar que dichas páginas sí tienen soporte IPv6, por lo que para nuestro heurístico nos vale con esta información.



- Utilizando la función “text” del objeto “response” obtenemos el cuerpo de la página web correspondiente a la dirección IPv6. Ahora queremos averiguar si la página web está en uso, para ello comparamos los tamaños del contenido de las respuestas. En el caso de que el tamaño del contenido obtenido mediante IPv6 sea mayor o igual que el obtenido mediante IPv4, y el código de la respuesta sea “200”, aumentaremos un contador de confirmación de uso de IPv6 para ese dominio. Se trata de un heurístico, lógicamente sería más robusto comparar en detalle las páginas, más aún si comprobamos los enlaces de ellas, pero lo que hacemos es una aproximación fácil y rápida y que parece robusta.
- Por último, debemos escribir en el fichero de salida los resultados obtenidos, con un porcentaje de los datos en los siguientes campos:
 - Existe IPv4
 - Existe IPv6
 - Conexión web IPv6
 - Uso IPv6



7. Análisis de resultados

En este apartado vamos a analizar los resultados obtenidos a partir de nuestro programa. Vamos a realizar una descripción teórica y gráfica de ellos y vamos a comparar las distintas pruebas realizadas para obtener una estadística lo más real posible.

Nuestro proyecto se basa en un programa que muestrea URLs para obtener un resultado. Para hacer que el objetivo de este proyecto se acerque lo máximo a la realidad, hemos decidido dividir nuestras pruebas por años desde 2007 hasta 2017. Por cada año hemos escogido entre 1000 y 1200 URLs “.es” que se dieron de alta en el mes de marzo.

Además, adicionalmente y para completar los resultados hemos incluido un pequeño muestreo para analizar del mismo modo las páginas web más utilizadas en España, sea cual sea su dominio (.com, .org, .cat, .net...).

6.1 Resultados de dominios .es por año

Para un mejor entendimiento de las tablas vamos a explicar brevemente la primera:

- Direcciones totales: número de dominios explorados para cada tabla.
- Existe IPv4: número de respuestas DNS IPv4.
- Existe IPv6: número de respuestas DNS IPv6.
- Conexión web IPv6: Hay un servidor web que responde satisfactoriamente a las peticiones.
- Uso IPv6: El dominio accediendo por IPv6 está en uso.

Año 2007

	Número de direcciones	Porcentaje
Direcciones totales	1120	
Existe IPv4	375	33,5%
Existe IPv6	42	3,8%
Conexión web IPv6	35	3,1%
Uso IPv6	32	2,9%

Tabla 9 Resultados obtenidos para 2007



Año 2008

	Número de direcciones	Porcentaje
Direcciones totales	1120	
Existe IPv4	342	30,5%
Existe IPv6	55	4,9%
Conexión web IPv6	48	4,3%
Uso IPv6	43	3,8%

Tabla 10 Resultados obtenidos para 2008

Año 2009

	Número de direcciones	Porcentaje
Direcciones totales	1120	
Existe IPv4	356	31,8%
Existe IPv6	37	3,3%
Conexión web IPv6	29	2,6%
Uso IPv6	25	2,2%

Tabla 11 Resultados obtenidos para 2009

Año 2010

	Número de direcciones	Porcentaje
Direcciones totales	1040	
Existe IPv4	375	36,1%
Existe IPv6	52	5,0%
Conexión web IPv6	42	4,0%
Uso IPv6	33	3,2%

Tabla 12 Resultados obtenidos para 2010

Año 2011

	Número de direcciones	Porcentaje
Direcciones totales	1100	
Existe IPv4	363	33,0%
Existe IPv6	57	5,2%
Conexión web IPv6	52	4,7%
Uso IPv6	43	3,9%

Tabla 13 Resultados obtenidos para 2011



Año 2012

	Número de direcciones	Porcentaje
Direcciones totales	1120	
Existe IPv4	384	34,3%
Existe IPv6	49	4,4%
Conexión web IPv6	43	3,8%
Uso IPv6	35	3,1%

Tabla 14 Resultados obtenidos para 2012

Año 2013

	Número de direcciones	Porcentaje
Direcciones totales	1000	
Existe IPv4	381	38,1%
Existe IPv6	100	10,0%
Conexión web IPv6	85	8,5%
Uso IPv6	68	6,8%

Tabla 15 Resultados obtenidos para 2013

Año 2014

	Número de direcciones	Porcentaje
Direcciones totales	1040	
Existe IPv4	411	39,5%
Existe IPv6	114	11,0%
Conexión web IPv6	103	9,9%
Uso IPv6	81	7,8%

Tabla 16 Resultados obtenidos para 2014

Año 2015

	Número de direcciones	Porcentaje
Direcciones totales	1180	
Existe IPv4	596	50,5%
Existe IPv6	153	13,0%
Conexión web IPv6	131	11,1%
Uso IPv6	99	8,4%

Tabla 17 Resultados obtenidos para 2015



Año 2016

	Número de direcciones	Porcentaje
Direcciones totales	1180	
Existe IPv4	694	58,8%
Existe IPv6	192	16,3%
Conexión web IPv6	158	13,4%
Uso IPv6	130	11,0%

Tabla 18 Resultados obtenidos para 2016

Año 2017

	Número de direcciones	Porcentaje
Direcciones totales	1176	
Existe IPv4	1022	87,2%
Existe IPv6	187	15,9%
Conexión web IPv6	161	13,7%
Uso IPv6	136	11,6%

Tabla 19 Resultados obtenidos para 2017

Páginas más visitadas

	Número de direcciones	Porcentaje
Direcciones totales	87	
Existe IPv4	87	100,0%
Existe IPv6	15	17,2%
Conexión web IPv6	11	12,6%
Uso IPv6	11	12,6%

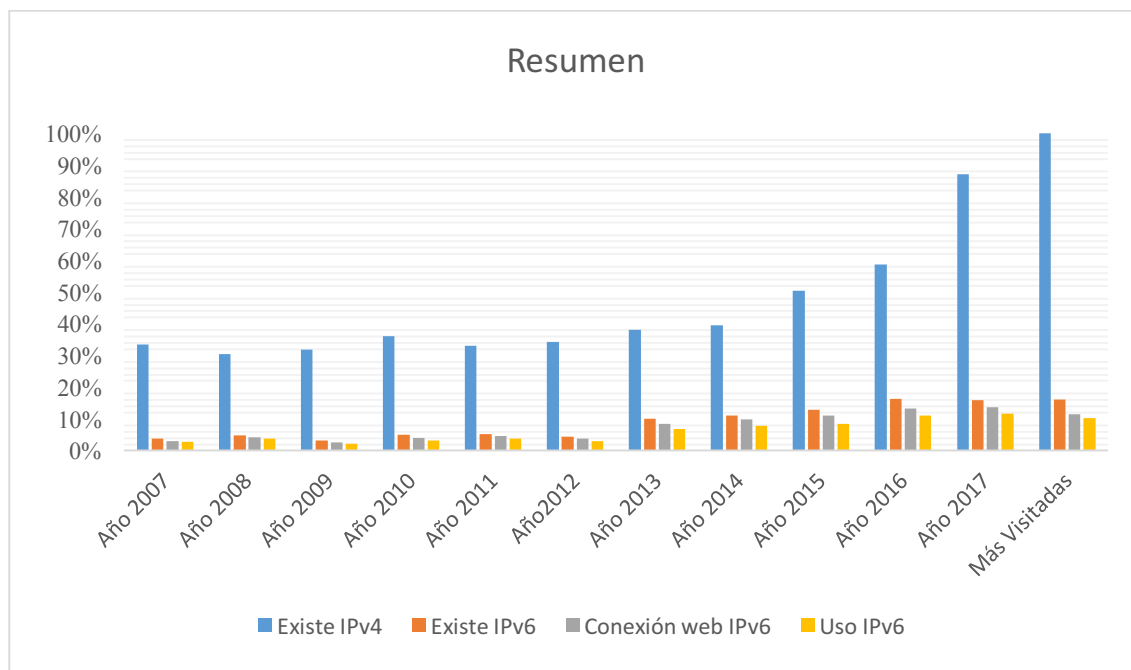
Tabla 20 Resultados obtenidos para las páginas más visitadas en España

Tabla resumen

	Número de direcciones	Porcentaje
Direcciones totales	11.103	
Existe IPv4	5.389	48,5%
Existe IPv6	1.052	9,5%
Conexión web IPv6	897	8,1%
Uso IPv6	734	6,6%

Tabla 21 Tabla con los resultados totales

En la gráfica siguiente se muestra un resumen de los porcentajes obtenidos:



Gráfica 2 Gráfica de resultados totales

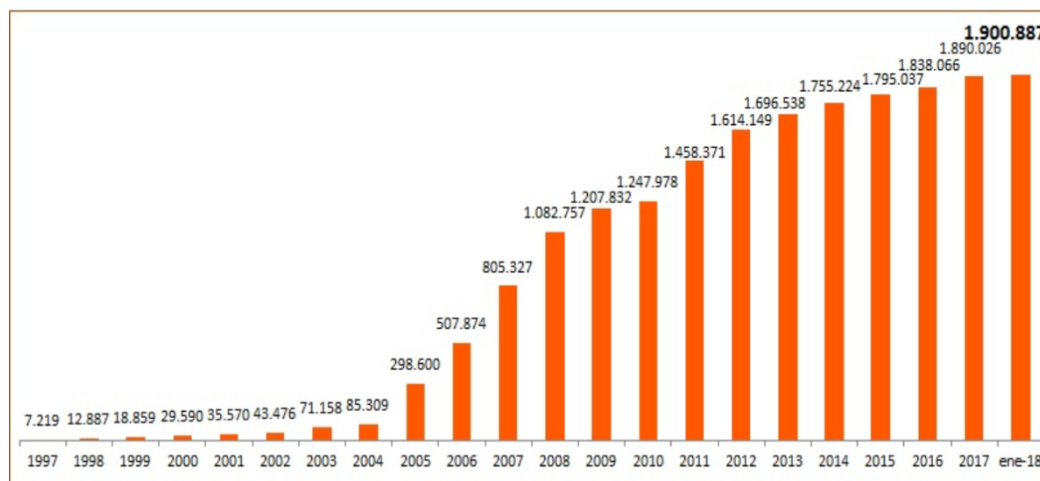
Vamos a llevar a cabo un análisis global de los resultados obtenidos basándonos en la gráfica 2.

En primer lugar, podemos observar que el valor de direcciones IPv4 es mas o menos uniforme a lo largo de los años, y a partir de 2015 se puede notar el aumento. Este aumento es debido a que los dominios pueden desaparecer, dejar de estar disponibles (desaparición de empresas, cambios de nombres, fin de ciertos eventos...), por lo tanto, es normal que direcciones asignadas hace 10 años, ya no correspondan al mismo dominio. Esto nos hace ver el gran movimiento de dominios que existe en Internet, en la siguiente gráfica extraída de las estadísticas de red.es, podemos ver el número de direcciones



activos a lo largo de los años:

Dominios registrados en los últimos años



Gráfica 3 Dominios registrados en los últimos años (Disponible en: red.es)

Para hacernos una idea del movimiento de dominios que hablamos, vamos a explicarlo con números. Como hemos explicado anteriormente, hemos sacado nuestros dominios de unos listados divididos por años y a su vez en meses. Cada mes tiene alrededor de 27.000 dominios dados de alta, por lo que podemos concluir en que al año se dan de alta unos 324.000 dominios. Si nos fijamos en la gráfica, la diferencia de dominios que hay entre (por ejemplo) 2016 y 2017 es de unos 50.000 dominios. Por lo tanto, de los 324.000 dominios dados de alta a lo largo del año, tan sólo 50.000 se mantuvieron activos.

En cuanto a la existencia de direcciones IPv6, que es lo que realmente nos interesa en este proyecto, podemos ver que hasta el año 2012 los números son muy bajos. Desde 1996, el protocolo IPv6 puede ser desplegado y utilizado como sustituto de IPv4, pero en general no se ha llevado a cabo dicho despliegue probablemente debido a la inversión que habría que realizar.

El 8 de junio de 2011, se celebró el Día Mundial de IPv6, promovido por los principales proveedores de Internet, en el cual se promovió el despliegue de IPv6 a nivel global. Un año más tarde, el 6 de junio de 2012, se celebró el “World IPv6 Launch Day”[22], como iniciativa para que las organizaciones que no habían desplegado IPv6 lo hicieran. Es interesante ver que a partir de 2012, coincidiendo con estas iniciativas, se produce un



aumento en la asignación de direcciones IPv6. Aunque este aumento no es desorbitado, podemos aprobar con nota la iniciativa de las ISPs, punto de inflexión en este aspecto, viendo los números de años anteriores.

También cabe destacar que los dominios de los que obtenemos respuesta dados de alta antes de dichas iniciativas, aunque en un porcentaje bajo, siguen funcionando, ya que si no, no obtendríamos respuesta IPv4. Esto quiere decir que hay dominios que han pasado por las iniciativas de despliegue IPv6 pero, en la mayoría de los casos, las han ignorado. También podemos destacar que es más fácil preocuparse por tener IPv6 en servidores desplegados recientemente, que en servidores ya desplegados, de ahí al incremento del soporte IPv6 en los últimos años.

Que haya una dirección IPv6 asignada no quiere decir que haya un servidor web detrás que atienda las peticiones dirigidas a esa IP. Aquí es cuando entran en juego nuestro tercer y cuarto valor, siempre muy por debajo del porcentaje de direcciones IPv6 asignadas a nivel DNS. El asignar una dirección a un dominio no supone mucho trabajo, el problema viene cuando tienes que disponer de un servidor web con soporte para este protocolo, y no sólo eso, ya que los sistemas operativos actuales vienen preparados con soporte de IPv6, lo que es problemático es tener una red con soporte de IPv6.

Vemos que ronda mas o menos la mitad de direcciones IPv6, por lo que la otra mitad, tiene una dirección IPv6 asignada pero no tiene un servidor que responda peticiones con esa dirección. A su vez, el número de direcciones en uso, tiene unos valores muy similares al valor de direcciones con conexión. Este dato nos ha sorprendido gratamente, ya que nos quiere decir que un porcentaje muy elevado de direcciones IPv6 con respuesta de un servidor web, están siendo utilizadas.

Lo que queremos comprobar con nuestro programa es si el contenido accediendo con una dirección IPv6 es el mismo que accediendo con una dirección IPv4. En general, asumimos que el contenido IPv4 es el contenido que muestra la página al usuario, por lo que si la longitud de dicho contenido es igual o mayor con IPv6, suponemos que está en uso. Como hemos comentado anteriormente, se trata de un heurístico.



A modo de ejemplo, hemos comprobado manualmente dos de los resultados obtenidos descargando el contenido de las páginas y visualizándolo por la pantalla del terminal. La página web *viajardigital.es* nos ha respondido de manera positiva, y efectivamente por pantalla hemos visto que tanto el cuerpo del mensaje de respuesta por IPv4 es el mismo que el de IPv6. Por el contrario, la página web *privfantasy.es* no han sido satisfactorios, y el contenido que obtenemos mediante IPv4 es el contenido en uso, pero el obtenido por IPv6 es una página en blanco.

Por último, completando los resultados obtenidos cada año hemos explorado los dominios más visitados en España, con los resultados en el apéndice añadido al final de la memoria. Esta tabla nos indica que, como es obvio, todos nos responden con una dirección IPv4, no siendo así con IPv6. Tan sólo el 17,2% de estas páginas tienen soporte IPv6 y no todas ellas lo sirven. Hemos comprobado qué dominios de estos son los que ofrecen IPv6 y no ha habido sorpresas. Los gigantes como *google.com*, *facebook.com*, *youtube.com* o *netflix.com* están preparados para la nueva versión del protocolo, sin embargo, páginas que todos visitamos a menudo como *filmaffinity.com*, *milanuncios.com* o incluso sorprendentemente *amazon.com* y *microsoft.com*, aún no tienen soporte IPv6.



8.Posibles mejoras

En este apartado vamos a comentar las posibles mejoras que añadir a nuestro proyecto para una mayor amplitud de los datos obtenidos así como una mayor facilidad de uso de la aplicación.

Hemos obtenido los datos realizando un muestreo de URLs que nos proporcionan direcciones IPv4 e IPv6 con las que realizar las peticiones. Una posible mejora sería la implementación de un algoritmo que haga este trabajo a la inversa para obtener el proveedor de hosting web, es decir, a partir de una dirección IPv6, obtener un nombre de dominio del servidor web correspondiente.

Muchos servidores web de sitios pequeños están albergados en proveedores de hosting. En estos casos, lo habitual es que al resolver el nombre de dominio, nos da la dirección IPv6, pero al hacer la resolución inversa que comentamos, obtenemos el nombre de una máquina del proveedor de hosting.

Otra idea sería utilizar servidores “whois”, que nos proporcionarían la información hosting a partir de direcciones IPv6, es decir, a quién pertenecen las direcciones correspondientes.

Por otro lado, el funcionamiento de nuestro programa es por línea de comandos. Una posible mejora sería la incorporación de una interfaz gráfica que nos hiciera proporcionara un manejo más visual de la aplicación y nos mostrara de manera gráfica los resultados obtenidos.



9. Conclusiones

El uso de Internet aumenta cada día, y lleva consigo un incremento de la demanda de direcciones IP. El hecho de que cada dispositivo necesite una dirección para identificarse, y que actualmente, es extraño que una persona no disponga de al menos un dispositivo, nos da la explicación perfecta a este problema.

En Europa se ha reforzado la adopción de IPv6 de una manera más urgente que en España, a pesar de las intenciones de distintas organizaciones por tratar de que el despliegue se realice con mayor rapidez.

Con este proyecto, hemos conseguido tener una visión aproximada del uso del protocolo IPv6 en España, analizando datos desde 2007 a la actualidad. Hemos tratado de colaborar a la hora de dar a conocer el problema que supone la falta de direcciones IPv4 con datos reales, e intentando advertir que la solución a este problema la tenemos al alcance de nuestras manos.

Hemos podido comprobar que el uso del protocolo IPv6 en España es aún bajo, aunque vaya en aumento. Un porcentaje entorno al 16% en 2017 no es suficiente si tenemos en cuenta lo importante que es el uso de Internet hoy en día, ya sea un uso comercial o un uso doméstico. También cabe destacar que resulta paradójico que en las páginas web más visitadas en España, el uso de IPv6 tan sólo sea del 2,3%.

Si bien es cierto que el coste de la inversión necesaria para el despliegue es alto, y que el gasto de las direcciones IPv4 se puede controlar mediante el uso de direccionamiento privado y NATs, pero el hecho es que llegará un momento en el que las direcciones IPv4 se agoten y debemos estar preparados.

Por último, a título personal debo expresar la evolución interna que he experimentado en la realización de este proyecto. He obtenido un aprendizaje teórico y práctico, y he colaborado en una investigación que me ha hecho ver el mundo de Internet de otra manera. Contribuyamos a hacer de Internet un mundo mejor.



10. Referencias

- [1] J. Dordoigne, *Redes Informáticas: Nociones fundamentales*, 5ª. Barcelona, Ediciones ENI, 2015. [En línea] Disponible en: www.ediciones-eni.com
- [2] Ministerio de Energía, Turismo y Agenda digital, "Transición a IPv6", Protocolo de IP Versión 6.2011 [En línea]. Disponible en: www.ipv6.es
- [3] *Plan nacional de nombres de dominio*, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Gobierno de España. BOE-A-2005-8902.
- [4] *Plan de fomento para la incorporación del protocolo IPv6 en España*, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Gobierno de España. BOE-A-2011-10786.
- [5] "Aviso Legal red.es" <http://www.dominios.es/dominios/es/aviso-legal> Fecha de acceso: Noviembre 2017
- [6] "Alexa Internet website terms of use and end user liscense agreement" <https://www.alexa.com/help/terms>
- [7] Postel, J., "Internet Protocol", STD 5, RFC 791, septiembre 1981
- [8] Deering, S. and R. Hinden, "Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification", RFC 2460, diciembre 1998.
- [9] S. Hagen, *IPv6 Essentials: Integrating IPv6 into your IPv4 Network*, 3ª. Sebastopol: O'Reilly Media Inc., 2014.
- [10] S. Thomson, C. Huitema, "DNS Extensions to support IPv6" RFC-1886,. Diciembre 1995.
- [11] P. Mockapetris, "Domain names - Implementation and Specification" RFC-1035, November 1987.



- [12] P. Mockapetris, "*Domain names - Concepts and Facilities*" RFC-882, , November 1983.
- [13] C.Saras González, "*Análisis de vulnerabilidad del DNS*", Tesis doctoral, Dpto. de Telecomunicaciones, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, 2015. [En línea] Disponible en: http://oa.upm.es/37771/1/PFC_CELIA_SARAS_GONZALEZ_2015.pdf
- [14] Fielding, R., Ed. and J. Reschke, Ed., "*Hypertext Transfer Protocol (HTTP/1.1): Semantics and Content*", RFC 7231, June 2014.
- [15] D. Wetteroth, "*OSI Reference Model for Telecommunications*", 1ª. United States, McGraw-Hill Professional Publishing, 2001.
- [16] Fielding, R., Ed. and J. Reschke, Ed., "*Hypertext Transfer Protocol (HTTP/1.1): Message Syntax and Routing*", RFC 7230, June 2014.
- [17] E. Rescorla, A.Schiffman, "*Secure Hypertext Transfer Protocol*", RFC 2660, August 1999.
- [18] *Python Documentation*. Disponible en: <https://docs.python.org> Fecha de Acceso: Febrero 2018
- [19] K. Arnold, J. Gosling, D. Holmes, *The Java Programming language*, 4ª. California, USA: Addison Wesley Profesional, 2005.
- [20] *IPv6 Test*. Disponible en: <http://ipv6-test.com/validate.php> Fecha de acceso: Febrero 2018
- [21] "*6lab - The place to monitor IPv6 adoption*" Disponible en: <http://6lab.cisco.com/stats/cible.php?country=ES&option=all> Fecha de Acceso: Febrero 2018.



Exploración de dominios que ofrecen servicio web mediante IPv6 en España
Universidad Carlos III de Madrid
Eduardo Muñoz Flores

[22] *World IPv6 Launch Day*. Disponible en: <http://www.worldipv6launch.org/>

Fecha de Acceso: Febrero 2017



Abreviaturas

IP	<i>Internet Protocol</i> <i>Protocolo de Internet</i>
TCP	<i>Transmission Contro Protocol</i> <i>Protocolo de control de transmisión</i>
NAT	<i>Networl Address Translation</i> <i>Traducción de direcciones de red</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i> <i>Localizador de recursos uniforme</i>
DNS	<i>Domain Name Server</i> <i>Sistema de nombres de dominio</i>
IETF	<i>Internet Engineering Task Force</i> <i>Grupo de trabajo de ingeniería de Internet</i>
ICANN	<i>Internet Corporation for Assigned Names and Numbers</i> <i>Corporación de Internet para la asignación de nombres y Números</i>
TI	<i>Tecnologías de la Información</i>
RR	<i>Resource Record</i> <i>Registro de recursos</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i> <i>Unidad central de procesamiento</i>
OSI	<i>Open System Interconnection</i> <i>Modelo de interconexión de sistemas abiertos</i>
HTTPS	<i>Hypertext Transfer Protocol Secure</i> <i>Protocolo de Transferencia de Hipertexto Seguro</i>
SSL	<i>Secure Socket Layer</i> <i>Capa de Sockets Seguros</i>
TLS	<i>Transport Layer Security</i> <i>Seguridad de la capa de Transporte</i>
RedIRIS	<i>Red española para Interconexión de los Recursos InformáticoS</i>
ISP	<i>Internet Service Providers</i> <i>Proveedores de Servicios de Internet</i>



Apéndice

Total:87

Existe IPv4:87 Porcentaje: 100.0%

Existe IPv6:15 Porcentaje: 17.2%

Conexión web IPv6:11 Porcentaje: 12.6%

IPv6 en uso:11 Porcentaje: 12.6%

kiosco.net

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO

whatsapp.com

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO

filmaffinity.com

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO

caixabank.es

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO

es.buyvip.com

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO

elpais.com

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO

larazon.es

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO

t.co

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO

netflix.com

Existe IPv4:SI Existo IPv6:SI Conexión web IPv6:SI IPv6 en uso:SI

perfecttoolmedia.com

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO

huffingtonpost.es

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO

es.letsbonus.com

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO

lasprovincias.es

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO

vozpopuli.com

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO

ccma.cat

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO

eldiario.es

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO

periodistadigital.com

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO

casadellibro.com

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO

google.es

Existe IPv4:SI Existo IPv6:SI Conexión web IPv6:SI IPv6 en uso:SI

elcorreo.com

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO

aliexpress.com

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO

laverdad.es

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO

pccomponents.com

Existe IPv4:SI Existo IPv6:NO Conexión web IPv6:NO IPv6 en uso:NO



Exploración de dominios que ofrecen servicio web mediante IPv6 en España
Universidad Carlos III de Madrid
Eduardo Muñoz Flores

idealista.com	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
wikipedia.com	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:SI	Conexión web IPv6:SI	IPv6 en uso:SI
hola.com	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
microsoft.com	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
pinterest.es	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
carrefour.es	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
wordreference.com	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
ideal.es	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
ciao.es	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
milanuncios.com	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
elperiodico.com	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
amazon.com	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
yahoo.com	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:SI	Conexión web IPv6:SI	IPv6 en uso:SI
pixmania.es	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
wordpress.com	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
instagram.com	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:SI	Conexión web IPv6:SI	IPv6 en uso:SI
xhamster.com	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:SI	Conexión web IPv6:SI	IPv6 en uso:SI
fnac.es	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
msn.com	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
amazon.es	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
mejortorrent.com	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
live.com	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
ebay.es	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
xvideos.com	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
ara.cat	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
abc.es	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
livejasmin.com	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
lavanguardia.com	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
lavozdegalicia.es	Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO



Exploración de dominios que ofrecen servicio web mediante IPv6 en España
Universidad Carlos III de Madrid
Eduardo Muñoz Flores

diariosur.es					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
twitter.com					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
gearbest.com					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
okdiario.com					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:SI	Conexión web	IPv6:SI	IPv6 en uso:SI
levante-emv.com					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
paypal.com					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
vk.com					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
google.com					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:SI	Conexión web	IPv6:SI	IPv6 en uso:SI
boe.es					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
elconfidencial.com					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
elmundo.es					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:SI	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
youtube.com					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:SI	Conexión web	IPv6:SI	IPv6 en uso:SI
publico.es					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
elcorteingles.es					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
linkedin.com					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:SI	Conexión web	IPv6:SI	IPv6 en uso:SI
informacion.es					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
expansion.com					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:SI	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
lacaixa.es					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
mediamarkt.es					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
rtve.es					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
20minutos.es					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
facebook.com					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:SI	Conexión web	IPv6:SI	IPv6 en uso:SI
pornhub.com					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
es.groupalia.com					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
reddit.com					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
libertaddigital.com					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
europapress.es					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
secure.es.vente-privee.com					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:NO	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO
marca.com					
Existe IPv4:SI	Existo	IPv6:SI	Conexión web	IPv6:NO	IPv6 en uso:NO



Exploración de dominios que ofrecen servicio web mediante IPv6 en España
Universidad Carlos III de Madrid
Eduardo Muñoz Flores

groupon.es					
Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO		
as.com					
Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO		
diariovasco.com					
Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO		
bbva.es					
Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO		
bongacams.com					
Existe IPv4:SI	Existo IPv6:NO	Conexión web IPv6:NO	IPv6 en uso:NO		